

NEBULA vertical 位置校正用比例計数管の試作と試験 # 1

(1) 目的

NEBULA の vertical 位置を宇宙線を使って校正する為の検出器は 3.6m を越える長さを必要とし、又垂直方向に 3 又は 4 点の校正点が必要とすると 12 から 16 台が必要である。Plastic scintillator を用いた検出器は可能であるが高価で又かなり重い物になる。ここでは比較的low価格で製作可能であり又物質量が少ない為の実験中もはずす必要のない約 4m 長の比例計数管を考え、試作機 1 号の試験を行った。以下 NEBULA 用 HPC (Horizontal Proportional Counter) と呼ぶ。

(2) デザイン

Pipe: 直径 50mm (OD=50mm, t=1mm, ID=48mm) のアルミ引抜管。長さは最終的には 4m 程度、試作機は試験の便を考え 1m 長。

Anode wire: 40 μ m ϕ 又は 30 μ m ϕ Au-W。試作機 1 号は 40 μ m ϕ を使用。

End cap の gas seal: RTV 接着方式 又は O-ring 方式。最初に O-ring 方式を試験:

P42 (d=3.5mm)。

Gas: P10 gas。

問題点: Pipe の公差 (外径 50mm \pm 0.2mm、肉厚 1mm \pm 0.15mm) による End cap とのはめあい。以下は試作機の構造だが、大量生産品のデザインは考え直す必要あり。

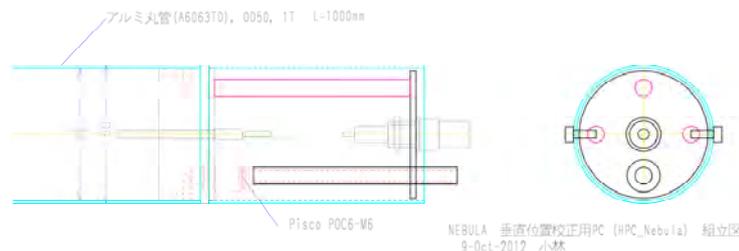


Fig. 1 : End cap 部分の構造

Gas Gain / Drift time: 簡単なモデルを使用し gas gain を推測する。

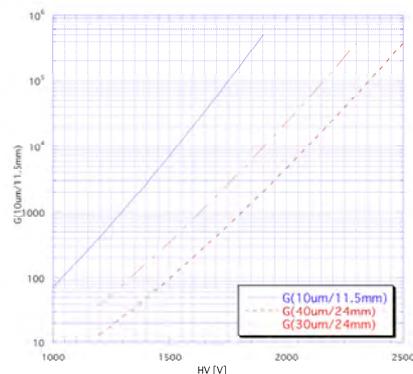


Fig. 2 : Gas gain

学部3年の学生実験で作らせている小型比例計数管 (Anode: 20 μm ϕ Au-W、Pipe: ID23mm) での信号は良く調べているので、同じ gas gain を得る為の電圧予想は 2.05kV。 Gas gain をそろえた場合の drift 電場は以下の図。 P10 の場合の drift velocity の最大値は 0.15 kV/cm 程度なので問題なかろう。

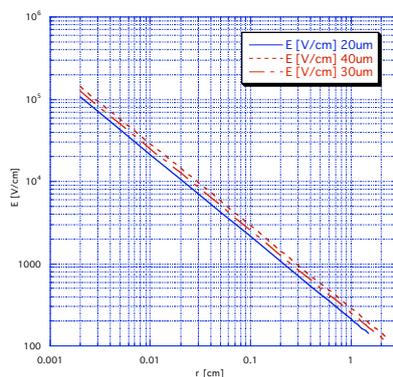


Fig 4 : Drift velocity

(4) 宇宙線による試験

(4-1) charge sensitive PA ($C_f=1\text{pF}$) と Shaping amp ($\tau=1\mu\text{sec}$, $G=10$) を用い、HPC 中央にコリメートしたベータ線を照射。1.8kV から most probable peak が観測できる。

(4-2) PCOS3 (LRS2735PC) を 1000pF の decoupling capacitor 経由で使用。 $V_{th}=1.6\text{V}$ では、2kV でも殆ど信号が見えない。

(4-3) ASD を 1000pF の decoupling capacitor 経由で使用。 $V_{th}=-1.0\text{V}$ で信号が見えるが、グラウンドをうまくとらないと発振する。 PCOS3 との回路 gain の差は約 50 倍以上ある。大量に使う場合は ASD の接続方法を工夫する必要あり。

以下のように HPC を 200x50x5t の scintillator で挟む setup を準備し、宇宙線で試験を行った。 Scintillator の巾 50mm は HPC の横巾 48mm より大きく、またアラインメントが少しずれているのが問題点。 Plastic の coincidence rate は約 1.5 Kevents/hour。

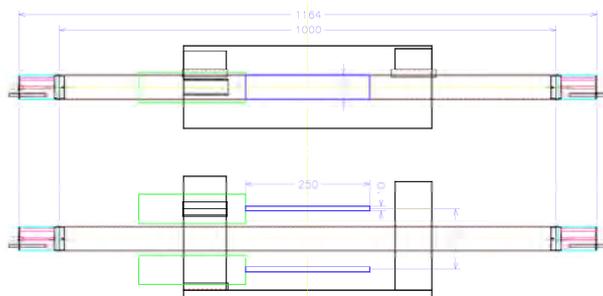


Fig. 5 : setup

宇宙線を用いた検出効率の HV 依存性を以下に示す。2.05kV 付近でプラトーに達する。 Efficiency は約 88% であり、これは trigger scintillator のアラインメントのずれや大きさの差によるものと思われる。又 2.05kV での drift time 分布はかなり広いが HPC 同士の coincidence には問題なかろう (ギザギザが見えるが原因不明)。

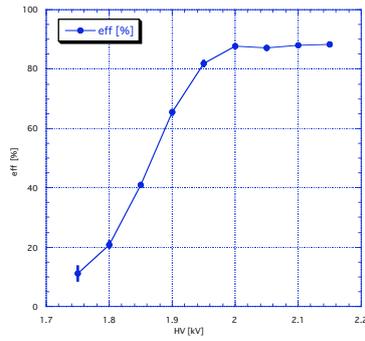


Fig. 6 : Efficiency

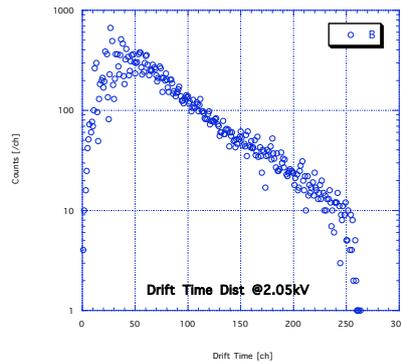


Fig. 6 : 2.05kVでの drift time 分布 (3.3nsec/ch)

(5) 改善案等

- * ASD のグラウンドの取り方を再現性ある方法に変更。
- * anode を 30umφAu-W に交換し同様のデータをとる。Drift time の変化はあまりなく、動作電圧が 100V 以上下がる予想。
- * O-ring をシリコンゴム製に変え、はめあいが改善するか確認。
- * 4m 長の物を作って動作を確認。Wire sag の効果がない事を確認。多分 40pF の detector capacitance は問題にならない。
- * 大量生産品のデザインの最終化。必要数は近藤さんから。
- * Trigger scintillator を 40mm 巾に変更。
- * 4m 長の pipe の内部洗浄方法の確立。
- * 検出器を 16 台使用する場合の読み出し回路の設置デザイン。